

IAP20 Reg'd PCT/PTO 12 MAY 2006

**Sicherungsverfahren und Sicherheitseinrichtung für eine Maschine,
insbesondere eine Biegepresse**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Absicherung einer Maschine, insbesondere einer Biegepresse, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Sicherheitseinrichtung für eine solche Maschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8.

Die Erfindung ist nicht auf Biegepressen im engeren Sinne begrenzt und kann ebenso bei Abkantpressen, Stanzmaschinen, Schneidemaschinen und anderen Maschinen verwendet werden, bei denen Maschinenteile gefahrbringende Arbeitsbewegungen gegeneinander ausführen. Bei einer Biegepresse erfolgt die Umformung des Werkstücks im Wesentlichen dadurch, dass das Werkstück mit einem Biegestempel gegen eine Matrize gepresst wird. Die gewünschte Formgebung lässt sich durch entsprechende Ausbildung des Biegestempels und der Matrize erreichen. Häufig ist der Biegestempel ein Werkzeug, das an einem ersten, beweglichen Maschinenteil angeordnet ist, während die Matrize an einem zweiten, feststehenden Maschinenteil sitzt. Da es jedoch nur auf die Relativbewegung der beiden Maschinenteile zueinander ankommt, kann alternativ auch die Matrize bewegt sein oder es können beide Maschinenteile gegeneinander bewegt werden. Die erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung kann in allen genannten Fällen zur Anwendung kommen.

Es ist leicht nachvollziehbar, dass von einer Biegepresse eine erhebliche Gefahr für das Bedienpersonal ausgeht, insbesondere die Gefahr von Quetschungen oder sogar die Abtrennung von Körperteilen. Dementsprechend ist es bereits seit langem bekannt, Biegepressen und dergleichen mit einer Sicherheitseinrichtung zu versehen, um Unfälle so weit wie möglich zu vermeiden. In der DE 101 38 223 A1 ist beispielsweise eine Lichtgitterschutzvorrichtung für eine Presse beschrieben, bei der ein Lichtgitter mit mehreren einzelnen Lichtstrahlen derart programmiert und mit dem beweglichen Werkzeugteil gekoppelt ist, dass bei der Gefahr bringenden Abwärtsbewegung des ersten Werkzeugteils jeweils nur die Lichtschranken aktiv geschaltet werden, die den unmittelbaren Bereich unterhalb des Werkzeugteil absichern. Der aktive Bereich des Lichtgitters wandert mit der Werkzeugbewegung. Wird einer der Lichtstrahlen unterbrochen, wird die Bewegung des ersten Werkzeugteils gestoppt.

Aus der US 5,579,884 ist eine Lichtschrankenordnung bekannt, bei der zwei oder drei Lichtstrahlen parallel zur vorderen Kante des Biegestempels diesem vorauslaufen. Wird einer der Lichtstrahlen unterbrochen, stoppt die Bewegung des Biegestempels. Im Falle von nur zwei Lichtstrahlen verlaufen diese symmetrisch nach vorne (zur Bedienerseite hin) und nach hinten (zu der vom Bediener abgewandten Seite hin) versetzt. Gleiches gilt im Fall von drei verwendeten Lichtstrahlen, wobei der dritte Lichtstrahl dann genau unterhalb der vorderen Kante des Biegestempels und mit einem größeren Vorlauf als die beiden anderen Lichtstrahlen angeordnet ist. Der dritte Lichtstrahl dient bei der Anordnung gemäß der US 5,579,884 vorrangig als Kontrollstrahl, der verhindert, dass ein sogenannter Muting Point zu tief eingestellt werden kann. Der Muting Point (muting = stillsetzen bzw. zeitlich begrenztes Nichtansprechen der Schutzvorrichtung) bestimmt eine Stelle im Bewegungsablauf des Biegestempels, ab dem die Lichtstrahlen der Sicherheitseinrichtung kurzzeitig deaktiviert sind. Ohne eine solche kurzzeitige Deaktivierung könnte der eigentliche Bearbeitungsvorgang nämlich nicht vollendet werden, da der Biegestempel ansonsten stets stillgesetzt wird, wenn das zu bearbeitende Werkstück die Lichtstrahlen unterbricht.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung ein verbessertes Verfahren zur Absicherung der Maschine und eine verbesserte Sicherungseinrichtung bereitzustellen, wodurch insbesondere die Sicherheit erhöht wird, insbesondere die Sicherheit im letzten Stadium des Schließvorganges.

5

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Maschine, insbesondere eine Biegepresse, abgesichert, bei der ein erstes Werkzeugteil in Richtung auf ein zweites Werkzeugteil bewegt wird, so dass im Verlauf der Arbeitsbewegung ein Öffnungsspalt zwischen den Werkzeugteilen allmählich geschlossen wird. Ein dem ersten Werkzeugteil vorlaufender Schutzbereich, der zumindest einen Teil des Öffnungsspaltumfasst, wird durch wenigstens einen optoelektronischen Sensor überwacht, so dass bei Eingriff in den Schutzbereich ein Schaltsignal, z. B. zum Anhalten des ersten Werkzeugteils, erzeugt wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Schutzbereich vollflächig oder zumindest entlang seines Randes überwacht wird und dass im Betrieb der Maschine, wenn der Öffnungsspalt auf die Größe des Schutzbereichs in Bewegungsrichtung reduziert ist, der Schutzbereich entsprechend der Bewegung des ersten Werkzeugteils in Bewegungsrichtung verkleinert wird, so dass bei der weiteren Schließbewegung im Wesentlichen der ganze Öffnungsspalt im Schutzbereich liegt.

Der wesentliche Vorteil besteht darin, dass gegen Ende der Arbeitsbewegung der Schutzbereich eine größtmögliche Ausdehnung hat, wodurch eine maximal mögliche Sicherheit gegeben ist. Denn wenn der Öffnungsspalt in Bewegungsrichtung kleiner wird als die Ausdehnung des Schutzbereiches wird der Schutzbereich nicht deaktiviert (auf "muten" geschaltet), sondern der Schutzbereich wird kontinuierlich zusammen mit dem Öffnungsspalt verkleinert. Da der Schutzbereich vollflächig überwacht wird, ist eine optimale Schutzfunktion gegeben, da somit der gesamte Öffnungsspalt überwacht wird und zwar gerade dann, wenn die Arbeitsbewegung am gefährlichsten ist, nämlich gegen Ende der Arbeitsbewegung, wenn der Öffnungsspalt beginnt sich zu schließen.

Gegenüber bekannten Sicherheitsanordnungen, die mit einzelnen Lichtschranken mit einzelnen Lichtstrahlen arbeiten, ist durch die vollflächige Überwachung eine vollständigere Überwachung des Schutzbereiches möglich und gegenüber ausgedehnten Überwachungslichtstrahlen, wie sie beispielsweise aus der EP 1 198 308 bekannt sind, ist durch die kontinuierliche Anpassung des Schutzbereiches an die Größe des Öffnungsspalt es eine optimale Überwachung insbesondere am Ende der Arbeitsbewegung gewährleistet.

Sinnvollerweise ist kurz vor Schließen des Öffnungsspalt es, wenn dieser so klein ist, dass eine ernsthafte Quetschgefahr nicht mehr besteht, bei weiterer Schließbewegung der Schutzbereich deaktivierbar.

Vorteilhafterweise ist die Arbeitsgeschwindigkeit des ersten Werkzeugteils in eine erste schnellere Schließgeschwindigkeit und eine zweite nachfolgende langsamere Schließgeschwindigkeit unterteilt ist und ein Umschalten zwischen der ersten und der zweiten Schließgeschwindigkeit erfolgt aufgrund einer in einem Referenzhub ermittelten Abbremsrampe bzw. eines Nachlaufweges.

Beispielsweise durch intelligente Auswertung des am Empfänger empfangenen Lichtes kann je nach Ausdehnung bzw. geometrischen Form des zu bearbeitenden Werkstücks wenigstens ein Teil des Schutzbereichs deaktivierbar sein. So können die verschiedensten Werkstücke mit der Maschine bearbeitet werden, beispielsweise können in einer Biegepresse Kästen gebogen werden.

Vorteilhafterweise und um größtmöglichen Schutz zu erhalten, erfolgt die Deaktivierung des Teils des Schutzbereichs erst dann, wenn bei der Arbeitsbewegung das Werkstück in den Schutzbereich eintaucht.

Vorteilhafterweise wird in einem Referenzhub des ersten Werkzeugteils die Lage der Werkstückoberfläche zur Bestimmung eines Klemmpunktes eingelernt. Damit ist bekannt, ab welchem Punkt der Arbeitsbewegung das Werkstück in den Schutzbereich eingreift.

Vorrichtungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Sicherheitseinrichtung gelöst, die einen optoelektronischen Sensor mit einem Lichtsender zum Ausleuchten des Schutzbereiches, einem Empfänger zum Detektieren des Sendelichtes und eine Auswerte- und Steuereinrichtung zum Erzeugen eines Schaltsignals, z. B. zum Anhalten des ersten Werkzeugteils, bei Eingriff in den Schutzbereich aufweist. Der Sender leuchtet den Schutzbereich vollflächig aus. Sender und Empfänger sind dergestalt konfiguriert, dass wenn der Öffnungsspalt auf die Größe des Schutzbereichs in Bewegungsrichtung reduziert ist, der Schutzbereich entsprechend der Bewegung des ersten Werkzeugteils in Bewegungsrichtung verkleinerbar ist, so dass bei der weiteren Schließbewegung im Wesentlichen der ganze Öffnungsspalt im Schutzbereich liegt.

Da der Schutzbereich vollflächig, das bedeutet insbesondere relativ großflächig, überwacht wird und der Empfänger stets ausgeleuchtet ist, ist die Sicherheitseinrichtung relativ unempfindlich gegenüber Dejustierungen des optischen Systems z. B. durch Vibrationen. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Querschnitt des Sendelichtes am Ort des Empfängers größer ist als der Empfänger.

Vorteilhafterweise ist der Sensor an dem ersten Werkzeugteil fest montiert und wird während der Arbeitsbewegung mit dem ersten Werkzeugteil mitbewegt. Dann ist immer eine genaue Ausrichtung des Schutzbereichs auf das erste Werkzeugteil gegeben.

Mit Vorteil ist der Empfänger des Sensors ortsauflösend ausgebildet, insbesondere als matrixförmiger CMOS-Empfänger.

5 Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung im Einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine schematische Frontansicht einer Gesenkbiegepresse;

Fig. 2 a – f jeweils eine schematische Seitenansicht von Teilen dieser

Gesenkbiegepresse in unterschiedlichen Phasen eines normalen Bearbeitungsvorgangs;

5 Fig. 3 a – f jeweils eine schematische Seitenansicht von Teilen der
Gesenkbiegepresse in unterschiedlichen Phasen eines
Bearbeitungsvorgangs in einem Kastenbearbeitungsmodus;

10 Eine in Fig. 1 gezeigte Gesenkbiegepresse 10 besitzt ein Oberwerkzeug 12, das zu einer Arbeitsbewegung vertikal nach unten gegen ein Unterwerkzeug 14 angetrieben werden kann, um ein auf dem Unterwerkzeug 14 aufliegendes Werkstück 16 zu biegen. Das Oberwerkzeug 12 und das Unterwerkzeug 14 besitzen Werkzeugkan-
15 ten 18 und 20, die eine entsprechende Form aufweisen, um das Werkstück 16 in eine bestimmte Form zu biegen. Während der Arbeitsbewegung wird ein Öffnungsspalt 22 zwischen dem Oberwerkzeug 12 und dem Werkstück 16 allmählich geschlossen. Die Gesenkbiegepresse 10 wird gesteuert von einer Steuerung 24 und kann beispielsweise durch einen Fußschalter 26 aktiviert werden.

20 An beiden Seiten des Oberwerkzeugs 12 ist jeweils ein Haltearm 28 vorgesehen. Die Haltearme 28 tragen einen Lichtsender 30 und einen ortsauflösenden Empfänger 32, die Teile eines optoelektronischen Sensors sind. Der Lichtsender 30 besitzt eine Lichtquelle, beispielsweise eine Laserdiode mit einer Sendeoptik (nicht gezeigt), die das Sendelicht zu einem Lichtstrahl 34 aufweitet. Der Empfänger 32 besitzt einen CMOS-Matrix-Empfänger, der von dem Lichtstrahl 34 beaufschlagt wird.

25 Der Lichtstrahl 34 durchquert den Öffnungsspalt 22 entlang der Unterkante 18 des Oberwerkzeugs 12. Wie aus den Fig. 2 und 3 zu erkennen, ist der Lichtstrahl 34 derart aufgeweitet, dass er den bevorzugt rechteckigen Empfänger 32 voll aus-
30 geleuchtet. Damit auch bei Vibration und leichter Dejustage der Empfänger stets voll ausgeleuchtet ist, ist der Querschnitt des Lichtstrahls 34 am Ort des Empfängers 32 größer als der Empfänger 32, wie dies aus den Fig. 2 und 3 zu erkennen ist, in denen ein kreisförmiger Lichtstrahl 34 dargestellt ist, der den rechteckigen Empfänger 32 vollständig abdeckt.

Der jeweils aktivierte Teil des Empfängers 32 (in den Fig. 2 und 3 jeweils dunkelgrau meliert dargestellt) definiert innerhalb des Lichtstrahls 34 somit einen volumenförmigen Schutzbereich 36 zwischen dem Oberwerkzeug 12 und dem Unterwerkzeug 14, wie nachfolgend noch erläutert wird. Sobald eine nicht näher dargestellte Auswerte- und Steuereinrichtung des Sensors, die auch in der Maschinensteuerung 24 enthalten sein könnte, eine zumindest teilweise Unterbrechung des Lichtstrahls 34 innerhalb des Schutzbereichs 36 detektiert, löst sie ein Schaltsignal aus, beispielsweise zum Anhalten des Oberwerkzeugs 12. Dadurch wird eine Bedienperson, die beispielsweise das Werkstück 16 in den Öffnungsspalt 22 einführt, vor Verletzungen durch das Oberwerkzeug 12 geschützt.

Nachfolgend wird anhand der Fig. 2 a bis 2 f die Funktionsweise der Gesenkbiegepresse gemäß Fig. 1 in einem sogenannten Normalmodus, in dem eine ebene Platte gebogen wird, erläutert.

Die Fig. 2 a bis f zeigen jeweils die Werkzeugkante 18 des Oberwerkzeugs 12, die Werkzeugkante 20 des Unterwerkzeugs 14, das darauf aufliegende Werkstück 16, den im Querschnitt runden Lichtstrahl 34 sowie den hiervon beaufschlagten Empfänger 32 in einer schematischen Seitenansicht. Von den einzelnen CMOS-Empfangelementen des Empfängers 32 ist zu verschiedenen Bearbeitungszeitpunkten, die in den Figuren dargestellt sind, jeweils ein unterschiedlicher Teil aktiviert. Dieser aktivierte Teil ist in den Zeichnungen dunkelgrau meliert dargestellt. Nur diese aktivierten Empfangselemente werden auf eine Unterbrechung des Lichtstrahls 34 überwacht, um gegebenenfalls einen Abschaltvorgang auszulösen. Die Anordnung dieser aktivierten Empfangselemente bestimmt dabei den Querschnitt des Schutzbereichs 36.

Des Weiteren ist jeweils in den unteren Hälften der Fig. 2 a bis f ein Zeigerdiagramm dargestellt, in dem angezeigt ist, in welchem Punkt des Bearbeitungsvorganges sich die Gesenkbiegepresse befindet.

Fig. 2 a zeigt den Beginn des Bearbeitungsvorganges. Das Oberwerkzeug befindet sich in seiner Ausgangsstellung am oberen Todpunkt. Der Lichtstrahl 34 beleuchtet

den gesamten Empfänger 32 dessen sämtliche Empfangselemente aktiviert sind, so dass der Schutzbereich 36 maximal groß ist.

5 Im weiteren Verlauf des Bearbeitungsvorganges wird das Oberwerkzeug abgesenkt entsprechend Fig. 2 b. Der Schutzbereich 36 bleibt unverändert bis der Öffnungsspalt 22 auf die Größe des Schutzbereichs 36 in Bewegungsrichtung reduziert ist. Bis zu diesem sogenannten Umschalt-
10 punkt kann das Oberwerkzeug eine schnelle Arbeitsgeschwindigkeit durchführen. Im Falle eines Eingriffs in den Schutzbereich 36 würde das Oberwerkzeug innerhalb des mittels des Schutzbereichs 36 abgesicherten Bereichs stoppen.

Ist die Presse soweit geschlossen, dass der Öffnungsspalt 22 kleiner ist als die Größe des Schutzbereichs 36 in Bewegungsrichtung, also die Schutzbereichsunter-
15 kante die Werkstückoberfläche erreicht und unterschritten hat, wie in Fig. 2 c dargestellt, liegt ein Teilbereich 38 des Empfängers 32 unterhalb des Werkstücks 16. Dieser Teil 38 des Empfängers 32 wird jeweils deaktiviert, was in Fig. 2 c durch die hellgraue Darstellung angedeutet sein soll. Die Ausdehnung des Schutzbereichs 36 in Bewegungsrichtung ist dann reduziert auf die Größe des Öffnungsspaltes 22.

20 Bei weiterer Absenkung des Oberwerkzeugs 12 mit einer langsameren Schließgeschwindigkeit wird der Schutzbereich 36 kontinuierlich verkleinert bis zu einem sogenannten Muting Punkt, wie er in Fig. 2 d dargestellt ist. Der Muting Punkt ist dadurch definiert, dass der Öffnungsspalt 22 so klein geworden ist, dass kein Finger
25 mehr in den Öffnungsspalt 22 gelangen kann und daher keine wesentliche Gefahr mehr droht. Diese Größe ist typischer Weise 6 mm. Ab diesem Zeitpunkt werden sämtliche Empfangselemente des Empfängers 32 deaktiviert, wie dies in Fig. 2 d zu erkennen ist.

30 Danach wird das Oberwerkzeug 12 weiter abgesenkt bis es zu dem in Fig. 2 e dargestellten Zeitpunkt das Werkstück 16 berührt. Dieser Punkt wird auch als Klemmpunkt bezeichnet, da jetzt das Werkstück 16 zwischen Ober- 12 und Unterwerkzeug 14 einklemmt ist. Der Bearbeitungsvorgang wird dann vollendet und das Werkstück 16 entsprechend geformt, wie in Fig. 2 f dargestellt. Danach wird das Oberwerk-

zeug 12 wieder bis zum oberen Todpunkt angehoben und ein erneuter Arbeitsvorgang kann entsprechend den Fig. 2 a bis 2 f durchgeführt werden.

5 Das erläuterte Verfahren zur Absicherung der Gesenkbiegepresse 10 und die entsprechende Konfigurierung des Sensors haben den Vorteil, dass der Öffnungsspalt 22 zwischen dem Oberwerkzeug 12 und dem zu bearbeitenden Werkstück 16 in jeder der in Fig. 2 a bis 2 f gezeigten Schritte der Arbeitsbewegung durch einen maximal großen Schutzbereich 36 geschützt ist. Bei genügend großem Öffnungsspalt 22 entspricht die Ausdehnung des Schutzbereichs 36 der Größe des Empfängers 32. Bei kleinerem Öffnungsspalt 22 wird in der erfindungsgemäßen Anordnung stets in etwa der gesamte Öffnungsspalt 22 überwacht, so dass eine Verletzungs-
10 gefahr durch einen Eingriff in den Öffnungsspalt jederzeit erkannt werden kann.

15 Da unterschiedliche Werkstücke 16 unterschiedliche Abmessungen, insbesondere unterschiedlichen Dicken aufweisen können, treten Umschalt-, Muting- und Klemmpunkt zu unterschiedlichen Zeiten eines Bearbeitungsvorganges auf. In einer Ausgestaltung der Erfindung können diese Punkte in einer Referenzbearbeitung, also einem Referenzhub des Oberwerkzeugs 12 automatisch eingelemmt werden.

20 In Weiterbildung der Erfindung ist das Sicherungsverfahren und die erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung auch in anderen Arbeitsmodi einsetzbar. Die Fig. 3 a bis f zeigen einen sogenannten Kastenbearbeitungsmodus, in dem z. B. ein Kasten 40 gebogen wird. Da im Verlaufe eines Bearbeitungsvorganges Teile des Lichtstrahls 34 durch den dreidimensionalen Kasten 40 unvermeidbarer Weise abgedeckt sein können, wird der Schutzbereich 36 gemäß der Erfindung den aktuellen
25 Gegebenheiten angepasst, wie dies im Folgenden anhand der Fig. 3 a bis 3 f beispielhaft erläutert wird.

30 Fig. 3 a zeigt die Lage der Unterkante 18 des Oberwerkzeugs 12, des Lichtstrahls 34, des Empfängers 32 und des Schutzfelds 36 zu Beginn des Bearbeitungsvorganges. Zwar wird gemäß der Darstellung schon ein kleiner Teil des Lichtstrahls 34 von dem Kasten 40 abgedeckt, jedoch hat dies noch keinerlei Auswirkungen, da der Schutzbereich 36 noch nicht betroffen ist.

Im weiteren Verlauf der Bearbeitungsbewegung taucht gemäß Fig. 3 b der Kasten 40 in den Schutzbereich 36 ein. Dies wird jedoch von der Sicherheitseinrichtung als erlaubter Eingriff erkannt und die eine Hälfte des Schutzbereichs 36.1 deaktiviert.
5 Die andere Hälfte 36.2 des Schutzbereichs 36 bleibt aktiv.

Dann wird das Oberwerkzeug 12 weiter abgesenkt, bis der Öffnungsspalt auf die Größe des Schutzbereichs 36 in Bewegungsrichtung reduziert ist. Entsprechend der Öffnungsspalthöhe wird dann ein weiterer Bereich 38.2 des Schutzbereichs 36
10 deaktiviert. Dieser Teilbereich 38.2 entspricht dem Bereich des Schutzbereichs 36, der unterhalb des Kastens 40 liegt und durch das Unterwerkzeug 14 abgedeckt wird. Bei weiterem Absenken des Oberwerkzeugs 12 wird der verbleibende aktive Schutzbereich 36.2 kontinuierlich entsprechend der Abwärtsbewegung des Oberwerkzeugs 12 verkleinert.

15 Gemäß Fig. 3 d wird das Oberwerkzeug 12 dann weiter abgesenkt bis zu dem Muting Punkt, der dem Muting Punkt entsprechend Fig. 2 d entspricht. Ab diesem Punkt wird der gesamte Schutzbereich 36 deaktiviert.

20 Entsprechend den Fig. 3 e und 3 f wird das Oberwerkzeug 12 dann weiter bis zum Klemmpunkt und bis zum vollständigen Biegen des Kastens abgesenkt.

Auch in dieser Betriebsart wird die Werkstückoberfläche, also im wesentlichen die Blechstärke und damit verbundene Umschalt-, Muting- und Klemmpunkte mittels
25 eines Referenzhubes eingelernt.

Bei einfachen geometrischen Formen des Kastens 40 wäre es auch denkbar, nicht die eine Hälfte 36.1 des Schutzbereichs 36 komplett zu deaktivieren, sondern diesen Teilbereich 36.1 kontinuierlich zu verkleinern, wie auch nach dem Umschalt-
30 punkt der Teilbereich 36.2 kontinuierlich entsprechend der Arbeitsbewegung des Oberwerkzeugs 12 verringert wird. Andere Kastenformen als die dargestellte sind selbstverständlich denkbar und bearbeitbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Absicherung einer Maschine, insbesondere einer Biegepresse (10), bei dem ein erstes Werkzeugteil (12) in Richtung auf ein zweites Werkzeugteil (14) bewegt wird, so dass im Verlauf der Arbeitsbewegung ein Öffnungsspalt (22) zwischen den Werkzeugteilen (12 und 14) allmählich geschlossen wird, wobei ein dem ersten Werkzeugteil (12) vorlaufender Schutzbereich (36), der zumindest einen Teil des Öffnungsspaltes umfasst, durch wenigstens einen optoelektronischen Sensor überwacht wird, so dass bei Eingriff in den Schutzbereich (36) ein Schaltsignal, z. B. zum Anhalten des ersten Werkzeugteils (12), erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schutzbereich (36) vollflächig oder zumindest entlang seines Randes (37) überwacht wird und dass im Betrieb der Maschine (10), wenn der Öffnungsspalt (22) auf die Größe des Schutzbereichs (36) in Bewegungsrichtung reduziert ist, der Schutzbereich (36) entsprechend der Bewegung des ersten Werkzeugteils (12) in Bewegungsrichtung verkleinert wird, so dass bei der weiteren Schließbewegung im Wesentlichen der ganze Öffnungsspalt (22) im Schutzbereich (36) liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei weiterer Schließbewegung ab einer minimalen Schutzbereichsausdehnung in Bewegungsrichtung der Schutzbereich (36) deaktiviert wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitsgeschwindigkeit des ersten Werkzeugteils (12) in eine erste schnellere Schließgeschwindigkeit und eine zweite nachfolgende langsamere Schließgeschwindigkeit unterteilt ist und dass ein Umschalten zwischen der ersten und der zweiten Schließgeschwindigkeit

aufgrund einer in einem Referenzhub ermittelten Abbremsrampe bzw. eines Nachlaufweges erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass je nach Ausdehnung bzw. geometrischen Form des zu bearbeitenden Werkstücks (40) wenigstens ein Teil des Schutzbereichs (36.1) deaktivierbar ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Deaktivierung des Teils (36.1) des Schutzbereichs (36) erst dann erfolgt, wenn bei der Arbeitsbewegung das Werkstück (40) in den Schutzbereich (36) eintaucht.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage der Werkstückoberfläche in dem Referenzhub des ersten Werkzeugteils (12) zur Bestimmung eines Klemmpunktes eingelesen wird.
7. Sicherheitseinrichtung für eine Maschine, insbesondere eine Biegepresse (10), zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem optoelektronischen Sensor mit einem Lichtsender (30) zum Ausleuchten des Schutzbereichs (36), einem Empfänger (32) zum Detektieren des Sendelichtes, und mit einer Auswerte- und Steuereinrichtung zum Erzeugen eines Schaltsignals, z. B. zum Anhalten des ersten Werkzeugteils (12), bei Eingriff in den Schutzbereich (36), wobei der Sender den Schutzbereich (36) vollflächig ausleuchtet und Sender (30) und Empfänger (32) dergestalt konfiguriert sind, dass wenn der Öffnungsspalt (22) auf die Größe des Schutzbereichs (36) in Bewegungsrichtung reduziert ist, der Schutzbereich (36) entsprechend der Bewegung des ersten Werkzeugteils (12) in Bewegungsrichtung verkleinerbar ist, so dass bei der weiteren Schließbewegung im Wesentlichen der ganze Öffnungsspalt (22) im Schutzbereich (12) liegt.

8. Sicherheitseinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das der Querschnitt des Sendelichtes am Ort des Empfängers (32) größer ist als der Empfänger (32).
9. Sicherheitseinrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor an dem ersten Werkzeugteil (12) fest montiert ist und während der Arbeitsbewegung mit dem ersten Werkzeugteil (12) mitbewegt wird.
10. Sicherheitseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger (32) des Sensors ortsauflösend ausgebildet ist, insbesondere als matrixförmiger CMOS-Empfänger.

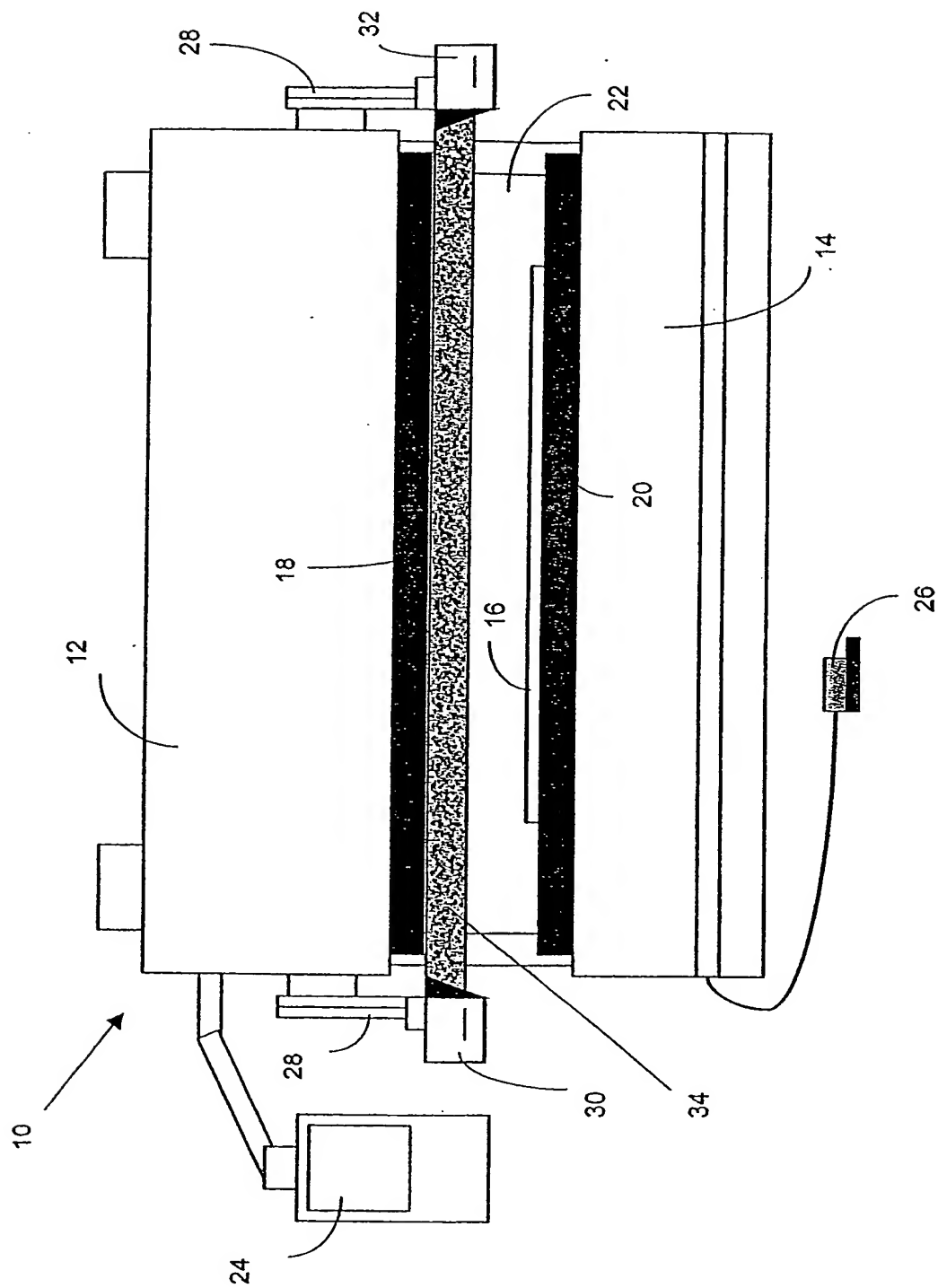


Fig. 1

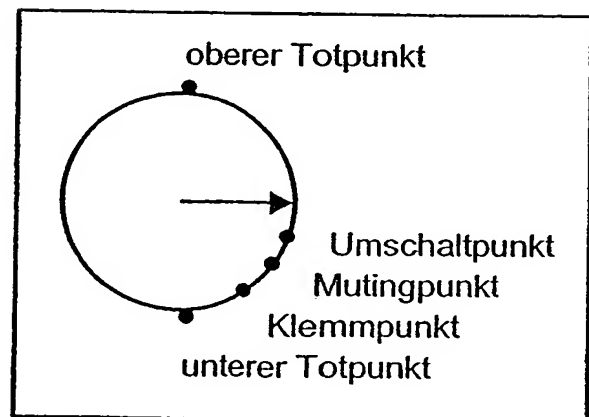
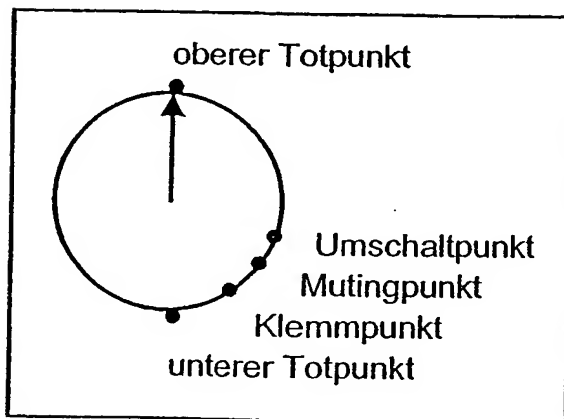
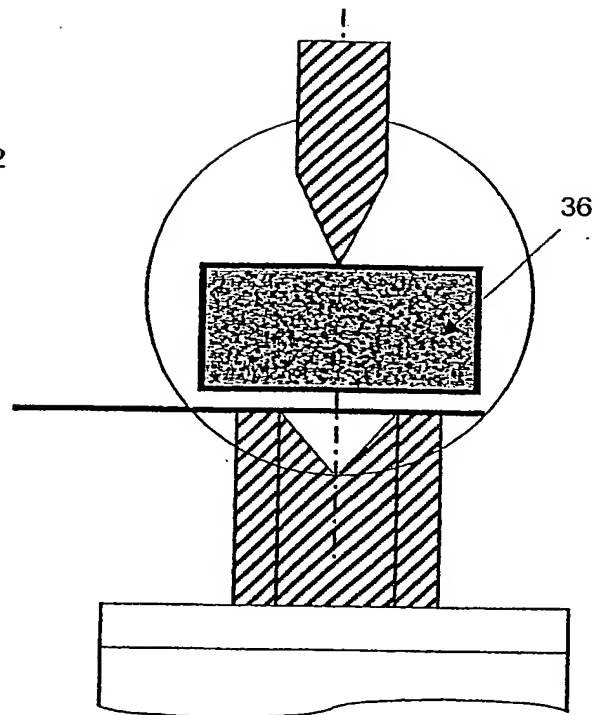
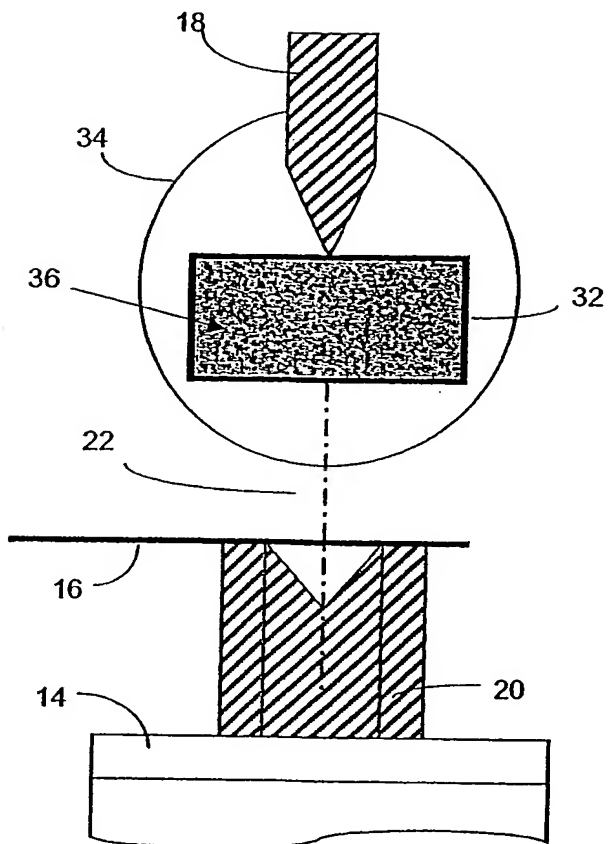


Fig. 2a

Fig. 2b

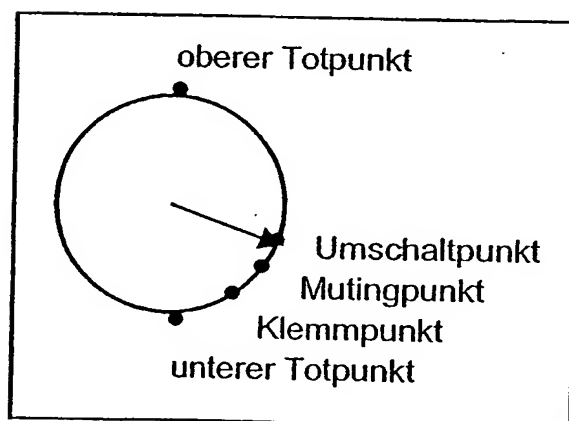
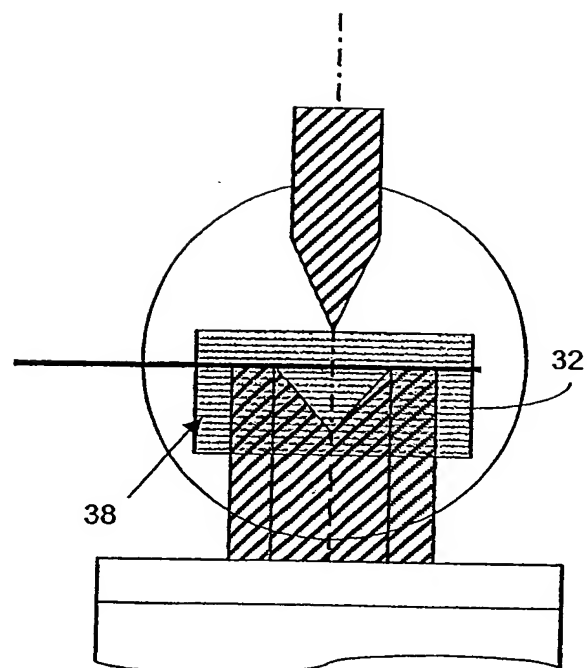
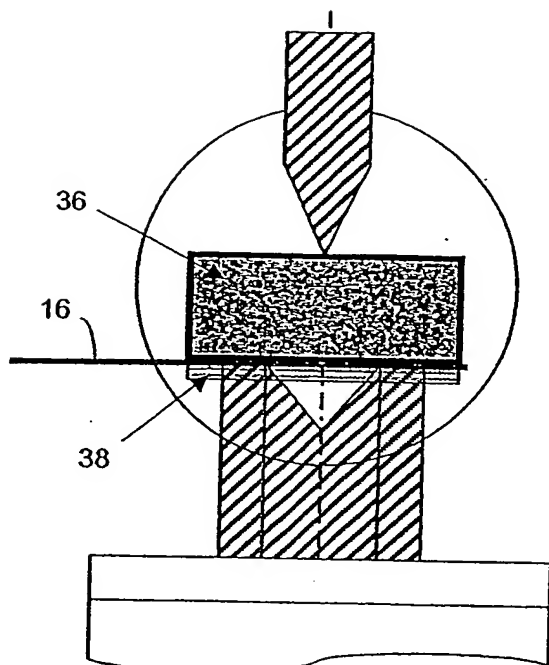


Fig. 2c

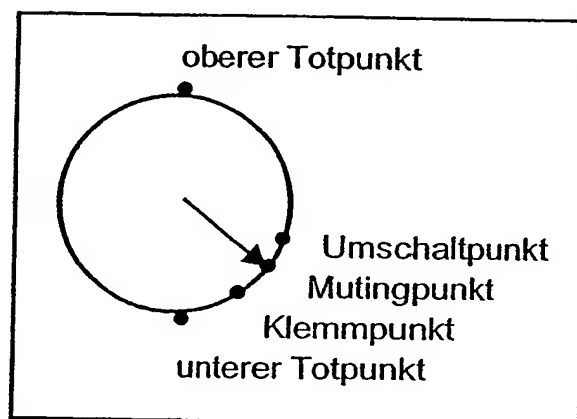


Fig. 2d

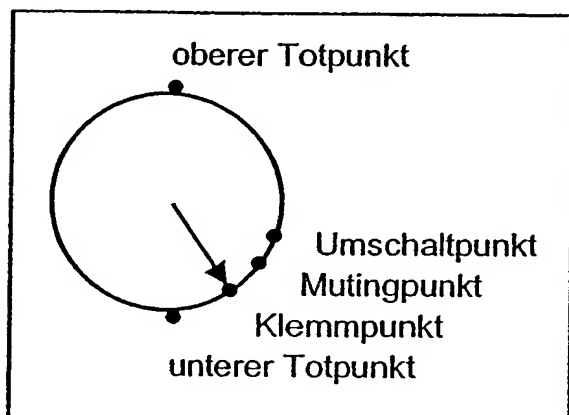
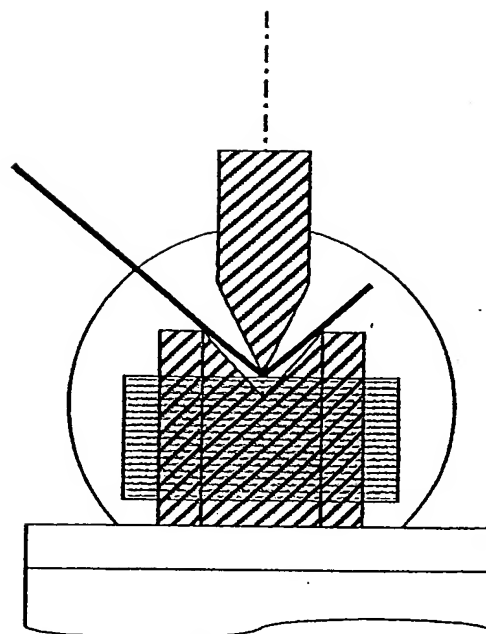
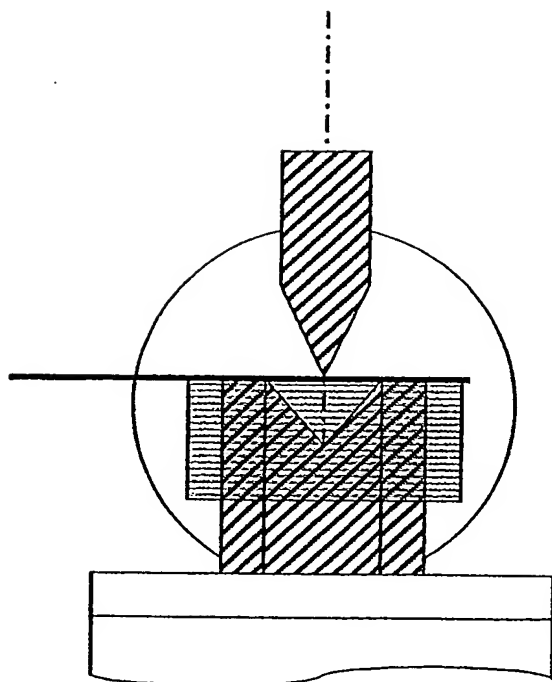


Fig. 2e

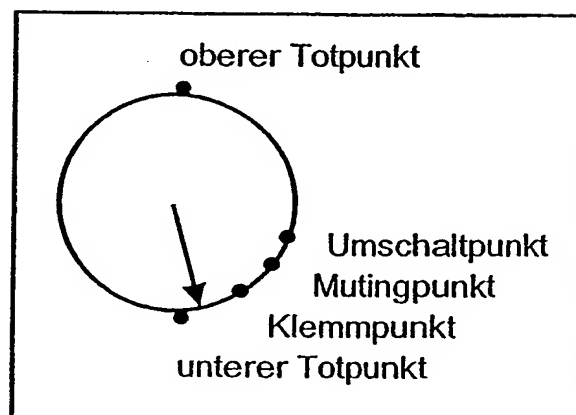


Fig. 2f

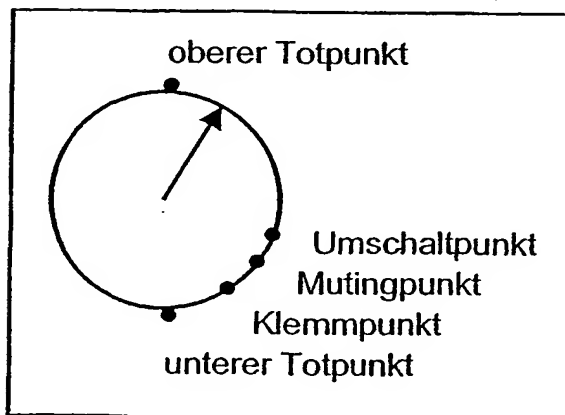
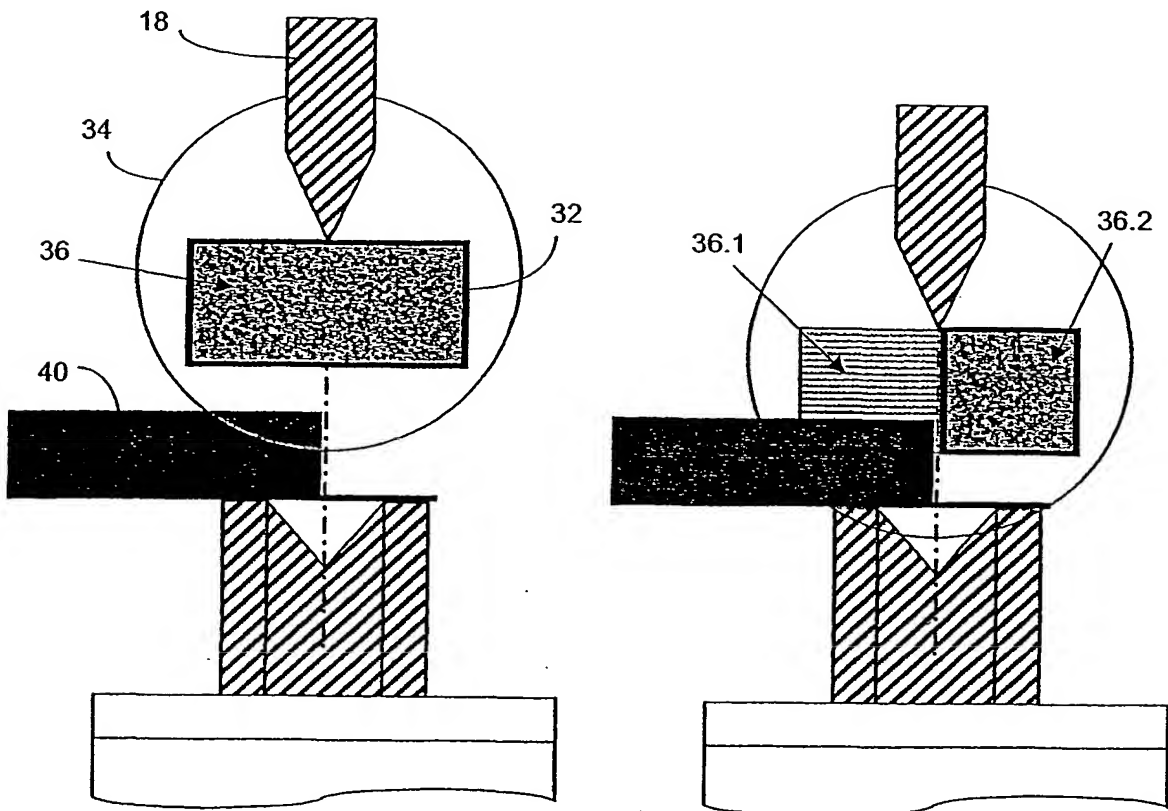


Fig. 3a

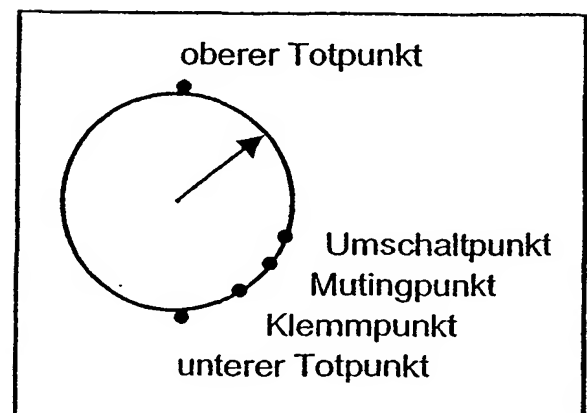


Fig. 3b

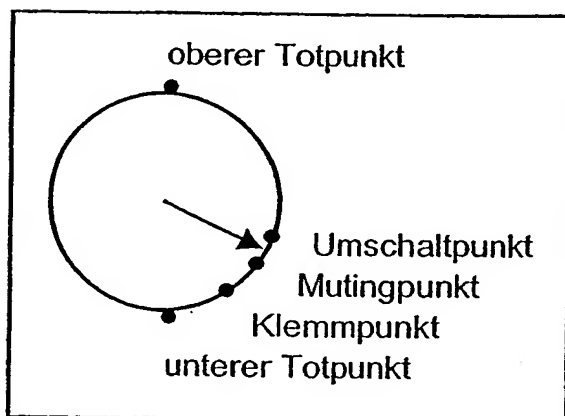
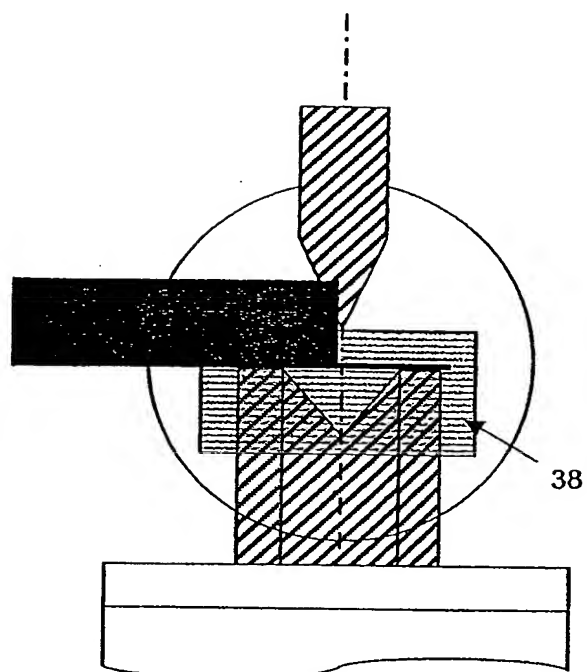
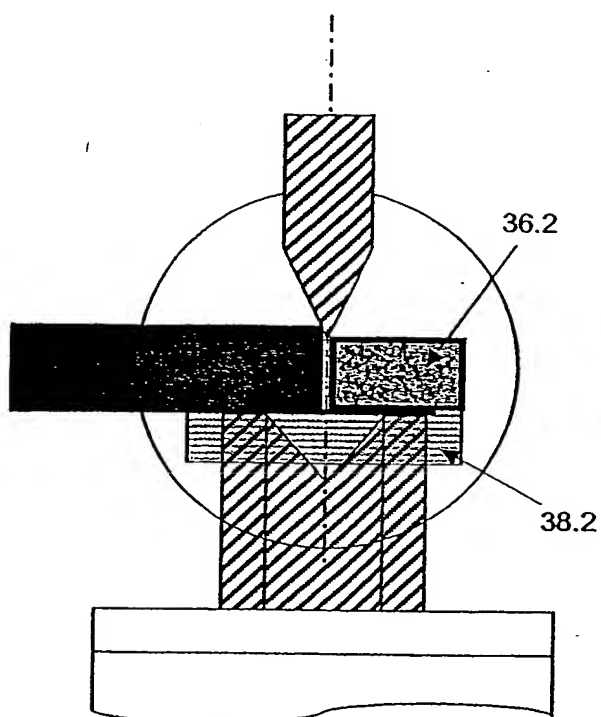


Fig. 3c

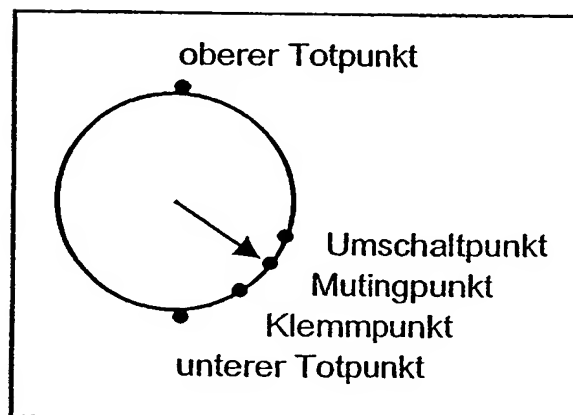


Fig. 3d

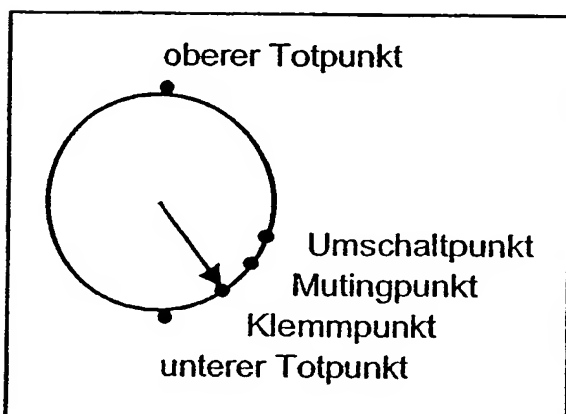
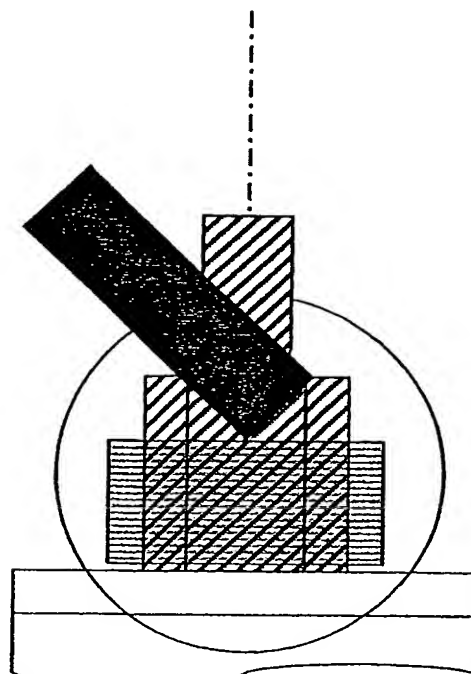
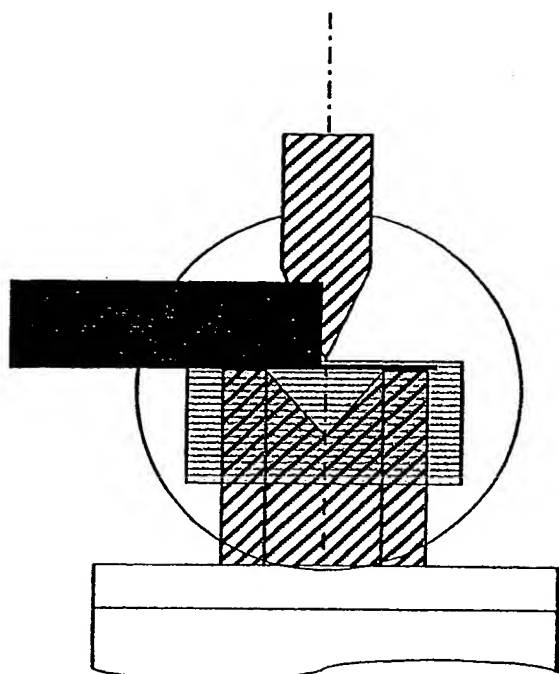


Fig. 3e

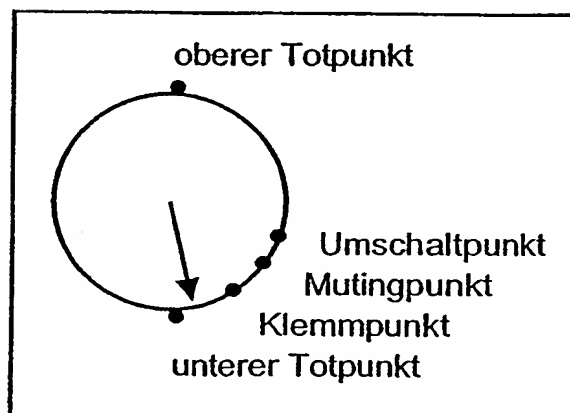


Fig. 3f